

パケット配送制御方法

技術分野

- [0001] 本発明は、一つの送信者に対して複数の受信者が存在する一対多型の通信におけるパケット配送制御方法、又は複数の送信者に対して複数の受信者が存在する多対多型の通信におけるパケット配送制御方法に関する。

背景技術

- [0002] インターネット上で行われる一対多型の通信または多対多型の通信(以降、マルチキャスト通信と記述)に用いられるパケット配送技術として、IPマルチキャストが挙げられる。IPマルチキャストは、マルチキャスト通信に必要となるパケット複製とその転送処理、メンバ管理処理、マルチキャスト配送木構築処理を、インターネット上に分散するパケットの中継装置(以降、ルータと記述)上で行う技術である。
- [0003] IPマルチキャストは、一つまたは複数の送信者から、一つまたは複数の受信者(以降、マルチキャスト通信における送信者と受信者の集合をエンドノードと記述)に対するパケット配送において、ルータが適宜パケット複製とその転送処理を行う。これにより、パケット配送のために消費するネットワーク帯域資源を節約でき、効率的なパケット配送を可能にする。
- [0004] しかし、IPマルチキャストは、ルータの対応が必須である。このため、インターネット上の全てのルータがIPマルチキャストに対応し、インターネット全体でIPマルチキャストが使用できる環境が急速に整う可能性は低い。当面、インターネット上において、IPマルチキャストに対応しているネットワークと対応しないネットワークが混在することが予想される。
- [0005] IPマルチキャストを用いてマルチキャスト通信を行おうとした場合、全てのエンドノードがIPマルチキャストに対応したネットワークに接続している必要がある。また、IPマルチキャストでは、ルータが受信者のIGMP(Internet Group Management Protocol)によるJoin/Leaveパケットを正しく処理し、IPマルチキャストパケットを正しく受信者に届けるための(IPマルチキャストのためのルーティングプロトコルによる)制御メッセー

ジの交換を経路上のルータ間で行う必要があるため、IPマルチキャストに対応しないルータおよびIPマルチキャストに対応しないネットワークをまたぐ通信は不可能となる。このことがユーザのマルチキャスト通信利用を制限している。

[0006] 上記のマルチキャスト通信におけるIPマルチキャストの課題を解決するパケット配送技術として、アプリケーションレイヤマルチキャストがある。IPマルチキャストは、主にルータ上で実現される技術であるのに対して、アプリケーションレイヤマルチキャストは、エンドノード上で実現される技術の総称である。

[0007] アプリケーションレイヤマルチキャストは、一つまたは複数の送信者から、一つまたは複数の受信者に対してパケット配送を行う際、エンドノード自身がその他のエンドノードを節とするマルチキャスト配送木を計算・構築し、この配送木に沿ってIPユニキャストを用いてパケットを送信・複製・転送するという手法である。アプリケーションレイヤマルチキャストでは、ルータは単にIPユニキャストパケットを転送するだけでよいので、現在のインターネットのインフラをそのまま使用でき、ユーザのマルチキャスト通信利用を制限しない。

[0008] しかし、パケット複製とその転送処理、メンバ管理処理、マルチキャスト配送木構築処理といったマルチキャスト通信に必要となる全ての機能がエンドノードに集中しているため、エンドノードにおける処理負荷が大きくなるという課題がある。また、全てIPユニキャストによりパケット配送を行うことから、パケット配送のために消費するネットワーク帯域が多くなるという課題がある。これらの理由から、アプリケーションレイヤマルチキャストは、特に多数の送信者および受信者が存在するマルチキャスト通信に適さない。

[0009] また、アプリケーションレイヤマルチキャストのエンドノードにおける処理負荷が大きくなるという課題がある。これに対して、エンドノードが行うパケット複製とその転送処理を、ルータ上のアプリケーションレイヤマルチキャスト専用ハードウェアが代行し、エンドノードにおける処理負荷を軽減しようとする方式がある(例えば、特許文献1を参照)。

[0010] しかし、前記方式は、前記方式をサポートするハードウェアを備えた特別なルータを用意しなければならず、インターネット上に普及する可能性は低い。従って、マルチ

キャスト通信を行うユーザへの利便性が高いとはいえない。

[0011] 特許文献1:特開2003-188918号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0012] 本発明は、IPマルチキャスト対応のネットワークと非対応のネットワークが混在したネットワーク環境において、エンドノードにおける処理負荷を軽減し、且つ可能なマルチキャスト通信を利用してパケット配送のために消費するネットワーク帯域を節約できるパケット配送制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 前記課題を解決するために、本発明のパケット配送制御方法は、マルチキャスト通信において、エンドノード上で行うパケット配送に、IPマルチキャストおよびIPユニキャストを併用し、受信者であるエンドノードに応じて、IPマルチキャストとIPユニキャストを切替える。

[0014] すなわち、マルチキャスト通信のパケット配送において、各エンドノードは互いにIPマルチキャストで通信可能か、または可能でないかを確認する。そして、各エンドノードにおいて、IPマルチキャストのみでは通信不可能な他のエンドノードへのパケット配送にIPユニキャストを用いるものである。これにより、IPマルチキャストの課題である、IPマルチキャスト非対応ネットワーク上でのマルチキャスト通信を実現し、IPマルチキャスト非対応ネットワークの存在から、ユーザのマルチキャスト通信利用が制限される課題を解決する。

[0015] また、複数のエンドノードが同一のIPマルチキャストネットワークに接続し、IPマルチキャストを用いて通信可能な場合には、それらエンドノード間でのパケット配送にはIPマルチキャストを用い、マルチキャスト通信に必要なパケット複製とその転送処理や、マルチキャスト配送木構築処理の一部を、IPマルチキャストに対応するネットワーク上のルータに処理させる。これにより、アプリケーションレイヤマルチキャストと比べて、エンドノードにおけるこれらの処理負荷を軽減すると同時に、使用するネットワーク帯域資源の節約を実現する。

発明の効果

- [0016] 本発明によれば、IPマルチキャスト対応のネットワークと非対応のネットワークが混在したネットワーク環境において、エンドノードにおける処理負荷を増大させず、且つネットワーク帯域の消費量を小さくしたマルチキャスト通信を実現するパケット配送制御方法を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]各エンドノードの位置関係を示す図
 [図2]エンドノードにおける状態情報の記録形式を示す概念図
 [図3]マルチキャスト配送木算出のためのフロー図
 [図4]一実施の形態に係るパケット配送制御方法を適用するネットワーク構成の概観図
 [図5]エンドノードにおける転送ルールの記録形式を示す概念図
 [図6]上記実施の形態におけるエンドノードのブロック構成図
 [図7]メンバ管理サーバのブロック図

発明を実施するための最良の形態

- [0018] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して具体的に説明する。
- [0019] 最初に、本実施の形態に係るパケット配送制御方法の概略から説明する。本実施の形態に係るパケット配送制御方法は、以下のステップからなる。
- [0020] ステップ1: マルチキャスト通信に参加する各エンドノードが自己以外の他のエンドノードのIPアドレス情報を取得する。
- [0021] ステップ2: 前記マルチキャスト通信においてパケット配送を行う際、各エンドノード上において、互いにIPマルチキャストにより通信可能か、またはIPユニキャストでのみ通信可能か確認する。
- [0022] ステップ3: ステップ2で得られた結果を各エンドノードが互いに交換し、各エンドノードが前記マルチキャスト通信に必要となるマルチキャスト配送木の算出と構築を行う。
- [0023] ステップ4: ステップ1からステップ3の結果から、あるエンドノードにおいて、IPマルチキャストで通信可能な他のエンドノードが存在した場合、これらエンドノード間ではI

Pマルチキャストを用いてパケット配送を行い。IPマルチキャストでは、通信不可能な他のエンドノードが存在した場合、これらエンドノード間ではIPユニキャストを用いてパケット配送を行う。

[0024] これにより、マルチキャスト通信におけるIPマルチキャストおよびアプリケーションレイヤマルチキャストの課題を同時に解決するパケット配送を実現する。

[0025] 以下、各ステップにおける具体的な処理手順を記述する。尚、以下の各ステップの処理手順の記述では、前提とするIPマルチキャスト方式としてSSM(Source Specific Multicast)を想定する。もう一つのIPマルチキャスト方式であるASM(Any Source Multicast)が、IPマルチキャストアドレス(G)でマルチキャストグループを識別するのに対して、SSMは送信者のIPアドレス(S)とIPマルチキャストアドレス(G)の組でマルチキャストグループを識別する。SSMを用いて配送されるパケットを受信しようとする受信者は、ルータに対して、(S,G)のIGMPによるJoinパケットを送信する。Joinパケットを受信したルータは、ルータ間で(S,G)ごとにマルチキャスト配送木を構築し、この配送木に沿ってパケットの複製、転送を行う。SSMは、(S,G)の組でマルチキャストグループを識別するため、ASMでは必要となるインターネット上で一意に識別できるIPマルチキャストアドレス割り当ては必要ない。

[0026] 尚、エンドノードが接続するIPマルチキャストに対応した各ネットワーク上に、IPマルチキャストアドレス割り当てのための機構を設けることにより、ASMを本発明で使用する事ができる。

[0027] [ステップ1]

ステップ1では、マルチキャスト通信に参加する各エンドノードが、自己以外の他のエンドノードのIPアドレス情報を取得するために、エンドノードのマルチキャスト通信への参加・離脱を管理するサーバ(以降、メンバ管理サーバと記述)を用いる方法と、マルチキャスト通信に参加する各エンドノードが、互いにメッセージ交換することで自立分散的に管理する機能(以降、分散メンバ管理機能と記述)を有する方法を想定している。以下に、前記二つの方法における処理手順について記述する。尚、下記の処理手順は、前記マルチキャスト通信にエンドノードが参加・離脱する度に行われる。

。

- [0028] メンバ管理サーバを用いる方法について記述する。まず、あるエンドノード(Na)がマルチキャスト通信に参加・離脱を行う際、Naはメンバ管理サーバに、参加または離脱要求を目的とするメッセージ(以降、それぞれ、参加要求メッセージ、離脱要求メッセージと記述)を送信する。また、Naはメンバ管理サーバに対して参加要求メッセージを送信した際、メンバ管理サーバからマルチキャスト通信に参加中の他エンドノードのIPアドレスを取得する。
- [0029] 一方、マルチキャスト通信に参加中の他エンドノードは、メンバ管理サーバから、エンドノードの参加・離脱の広告を目的とするメッセージ(以降、それぞれ、参加広告メッセージ、離脱広告メッセージと記述)を受け取る。そして、NaのIPアドレス情報およびNaの参加または離脱を把握する。
- [0030] 分散メンバ管理機能を用いる方法について記述する。まず、あるエンドノード(Nb)がマルチキャスト通信に参加・離脱を行う際、Nbは既にマルチキャスト通信に参加中の他の一つのエンドノード(Nc)に対して、NbのIPアドレス情報を含む参加要求メッセージまたは離脱要求メッセージを送信する。また、NbはNcに対して参加要求メッセージを送信した際、Ncからマルチキャスト通信に参加中の他エンドノードのIPアドレスを取得する。
- [0031] 一方、NcはNbのマルチキャスト通信への参加・離脱を、マルチキャスト通信に参加中の各エンドノードに対して、参加広告メッセージまたは離脱広告メッセージを送信することで知らせる。Nc以外のマルチキャスト通信に参加中の各エンドノードは、参加広告メッセージまたは離脱広告メッセージを受信することにより、NbのIPアドレス情報と参加・離脱を把握する。
- [0032] [ステップ2]
- ステップ2では、各エンドノードが、互いにIPマルチキャストによる通信が可能か、またはIPユニキャストでのみ通信が可能かを判断するために、以下に記述する処理を行う。尚、下記の処理手順は、マルチキャスト通信に新たにエンドノードが参加する度に行われるものである。下記の処理手順では、マルチキャスト通信に新たに参加するエンドノードをNd300、Nd300のIPアドレスをSd、Ndが使用するIPマルチキャストアドレスをGd、既にマルチキャスト通信に参加中の各エンドノードをNi(301－303)、Nil

PアドレスをSi、Niが使用するIPマルチキャストアドレスをGiと仮定する。ただし、iは変数であり、その範囲は1-3である。また、各エンドノードの位置関係を図1に示す。

[0033] まず、Ndがマルチキャスト通信に参加すると、Ndは前記ステップ1記載の処理により取得したマルチキャスト通信に既に参加中の他のエンドノードのIPアドレスをもとに、(Si,Gi)で表されるNiを送信元とする複数のマルチキャストグループに対するJoinパケットをルータに送信する。一方、Niは前記ステップ1記載の処理手順により、Ndのマルチキャスト通信への参加とIPアドレスを把握すると、(Sd,Gd)で表されるNdを送信元とするマルチキャストグループに対するJoinパケットをルータに送信する。Joinパケットを受信したルータは、ルータ間でマルチキャストグループごとにマルチキャスト配送木を構築し、この配送木に沿ってパケットの複製、転送を行う。

[0034] 次に、Ndは応答を求めることを目的としたメッセージ(以降、応答要求メッセージ)を、Ndを送信元とするマルチキャストグループ宛て、つまり(Gd)を宛先とするIPマルチキャストパケットとして送信する。また、Niは応答要求メッセージを、Niを送信元とするマルチキャストグループ宛てに、つまり(Gi)を宛先とするIPマルチキャストパケットとして送信する。

[0035] 応答要求メッセージを受信した各エンドノードは、その応答要求メッセージに対する応答を目的としたメッセージ(以降、応答メッセージ)を、応答要求メッセージの送信元エンドノードのIPアドレスを宛先としたIPユニキャストパケットとして送信する。

[0036] 応答要求メッセージの送信元エンドノードから見て、IPマルチキャストパケットとして転送される応答要求メッセージを受信できるエンドノードは、IPマルチキャストにより通信可能なエンドノードである。従って、応答パケットを受信した応答要求メッセージの送信元エンドノードは、応答メッセージの送信元エンドノードとIPマルチキャストにより通信が可能と判断できる。また、応答要求メッセージに対して、応答メッセージを返さないエンドノードは、IPマルチキャストにより通信が不可能である(つまり、IPユニキャストでのみ通信可能)と判断できる。

[0037] 例えば、図1に示すネットワーク構成では、新規に参加したNd(300)が(Gdを宛先とするIPマルチキャストパケットとして)送信する応答要求メッセージを受信できるのは、N1(301)だけであり、N1(301)は応答要求メッセージを受信すると、それに対する

応答メッセージを(Sdを宛先とするIPユニキャストパケットとして)送信する。Nd(300)はN1(301)が送信した応答メッセージを受信すると、N1(301)をIPマルチキャストにより通信が可能と判断する。また、Nd(300)は応答要求メッセージに対して応答をしないエンドノードであるN2(302)およびN3(303)をIPマルチキャストにより通信が不可能であると判断する。次に、N1(301)が(G1を宛先とするIPマルチキャストパケットとして)送信する応答要求メッセージを受信できるのは、Nd(300)だけであり、Nd(300)は応答要求メッセージを受信すると、それに対する応答メッセージを(S1を宛先とするIPユニキャストパケットとして)送信する。N1(301)はNd(300)が送信した応答メッセージを受信すると、Nd(300)をIPマルチキャストにより通信が可能と判断する。また、N1(301)は応答要求メッセージに対して応答をしないエンドノードであるN2(302)およびN3(303)をIPマルチキャストにより通信が不可能であると判断する。最後に、N2(302)およびN3(303)が(それぞれG2、G3を宛先とするIPマルチキャストパケットとして)送信する応答要求メッセージは、どのエンドノードも受信できず、またそれに対する応答メッセージも返信されないため、N2(302)はNd(300)とN1(301)とN3(303)を、N3(303)はNd(300)とN1(301)とN2(302)をそれぞれIPマルチキャストにより通信が不可能であると判断する。

[0038] 以上の処理手順により、NdはIPマルチキャストにより通信可能なエンドノードと、IPユニキャストでのみ通信可能なエンドノードを区別する。また、NiはNdがIPマルチキャストにより通信可能なエンドノードか、またはIPユニキャストでのみ通信可能なエンドノードか区別する。以降、あるエンドノードにおいて、IPマルチキャストで通信可能なエンドノードの集合を、あるエンドノードに対する内部エンドノードと記述し、IPユニキャストでのみ通信可能なエンドノードの集合を、あるエンドノードに対する外部エンドノードと記述する。

[0039] 尚、NdおよびNiが互いにIPマルチキャストにより通信可能かどうか判断するステップ2記載の処理の間、Nd－Ni間での通信ができない。そこで、Ndは全てのNiを外部エンドノードとみなし、またNiはNdを外部エンドノードとみなして、NdおよびNiが後述のステップ3記載の処理を行う。これにより、ステップ2記載の処理の間、Nd－Ni間での通信は中断される問題に対して、NiはNdに対して、NdはNiに対して、IPユニキャスト

によりパケット配送を行うことができる。

- [0040] 尚、各エンドノードは、応答要求パケットを定期的に送信することで、応答要求パケットの損失に対する内部エンドノードまたは外部エンドノードの判断誤りを少なくすることができる。
- [0041] また、あるエンドノードから一定時間送信される応答要求メッセージのパケットに、そのエンドノードが既に受信済み応答メッセージの送信元エンドノードのIPアドレスを挿入する。一方、応答要求メッセージを受信するエンドノードは、自己のIPアドレスが応答要求メッセージに含まれていた場合、応答メッセージを送信しないこととする。これにより、メッセージ交換量を削減し、エンドノードにおける制御パケット交換による処理負荷を削減する。
- [0042] 尚、各エンドノードが使用するIPマルチキャストアドレスの決定方法としては、ネットワークの運用者から共通のIPマルチキャストアドレスを割り当ててもらふ方法を想定している。または、人間がマルチキャスト通信を識別するための文字列情報(以降、マルチキャスト通信識別子と記述)を2進数などの数字に変換し、ベースとなるIPマルチキャストアドレスと足し合わせることで共通のIPマルチキャストアドレスを算出する方法を想定している。または、各エンドノードが任意に使用するIPマルチキャストアドレスを決定し、ステップ1の前記メンバ管理サーバまたは前記分散メンバ管理機能により、各エンドノードが使用するIPマルチキャストアドレスを広告する方法を想定している。
- [0043] 尚、IPマルチキャスト方式にASMを使用する場合、各エンドノードは、SSMの場合に用いていた(S,G)のJoinパケットに対して、IPマルチキャストに対応した各ネットワーク上の前記IPマルチキャストアドレス割り当て機構により割り当てられたIPマルチキャストアドレス(G)のJoinパケットを代わりに用いる。
- [0044] [ステップ3]
- ステップ3は、マルチキャスト通信に必要となるマルチキャスト配送木の算出と構築を行うためのステップであって、各エンドノードの状態情報の把握(以降、ステップ3-1と記述)と、マルチキャスト配送木の算出(以降、ステップ3-2と記述)と、マルチキャスト配送木の構築(以降、ステップ3-3と記述)とから構成される。
- [0045] ここで、エンドノード(Ne)の状態情報とは、Neと他のエンドノードとの間のパケット配

送における経路上の遅延やホップ数、使用可能帯域という情報と、ステップ2記載のNeに対する内部エンドノードおよび外部エンドノードのリストとをあわせた情報から構成できる。図2に状態情報の構成例を示す。尚、状態情報を構成する情報の詳細は適宜追加、変更、削除可能である。

[0046] (ステップ3-1)

ステップ3-1では、各エンドノードが互いの状態情報を把握するために、以下の処理を行う。下記の処理手順は、マルチキャスト通信に対してエンドノードが参加する度に行われる。

[0047] まず、あるエンドノード(Nf)がマルチキャスト通信に参加すると、Nfは、前記ステップ1および前記ステップ2記載の処理を行う。その後、Nfの外部エンドノードに対して、NfとNfの外部エンドノードとの間のパケット配送における経路上のホップ数や遅延、使用可能帯域を計測する。また、マルチキャスト通信に対して既に参加中のエンドノードでは、前記ステップ1および前記ステップ2記載の処理を行う。その後、Nfを自身の外部ノードと判断した場合のみ、自己ノードとNfとの間のパケット配送における経路上のホップ数や遅延、使用可能帯域を計測する。

[0048] 次に、Nfは、新たに作成した自己の状態情報を広告することを目的とした状態情報広告メッセージを、他のエンドノードに対してIPユニキャストにより送信する。また、上記計測処理により自身の状態情報を更新したエンドノードは、状態情報広告メッセージを、他のエンドノードに対してIPユニキャストにより送信する。

[0049] 尚、他のエンドノードの状態情報が必要になるのは送信者となるエンドノードのみである。また送信者となるエンドノードに対する内部エンドノード間の配送木構築はIPマルチキャストに対応したルータ上で処理されるため、送信者となるエンドノードでは内部エンドノードの状態情報を必要としない。このことから、状態情報広告メッセージの送信対象をそのメッセージの送信元エンドノードに対する外部エンドノード且つ送信者となるエンドノードとすることで、状態情報広告メッセージの広告量を削減することができる。

[0050] 尚、Nfは、自己の状態情報広告メッセージをステップ1の前記メンバ管理サーバに送信し、前記メンバ管理サーバを介して前記情報広告メッセージが必要な他のエン

ドノードに広告することで、状態情報広告メッセージの広告量を削減することができる。

[0051] 以上の処理手順により、各エンドノードは他のエンドノードの状態情報を把握する。

[0052] (ステップ3-2)

本発明におけるマルチキャスト配送木は、送信者を根とする一対多の配送木である。また、マルチキャスト配送木の算出は、送信者となるエンドノード上で行う。以下に、マルチキャスト配送木の算出に必要な処理手順について記述する。下記の処理手順は、マルチキャスト通信に対してエンドノード(Ng)が参加する度に、Ngが送信者となる場合のNg(エンドノード)において、または前記ステップ1および前記ステップ2記載の処理を経て、Ngを外部エンドノードと判断した既にマルチキャスト通信に参加中の送信者となるエンドノードにおいて行われる。また、下記の処理手順は、マルチキャスト通信からNgが離脱する度に、既にマルチキャスト通信に参加中のエンドノードであって、Ngを外部エンドノードとし、かつ送信者となるエンドノードにおいて行われる。

[0053] 尚、Ngの参加・離脱に対して、既にマルチキャスト通信に参加中のエンドノードであって、Ngを内部エンドノードと判断した送信者となるエンドノードは、マルチキャスト配送木の算出および構築処理は必要ない。

[0054] マルチキャスト配送木の算出を行うためのアルゴリズムは、最短路木を求めるSPT(Shortest Path Tree)や、最小全域木を求めるMST(Minimum Spanning Tree)をはじめ、要求されたQoS(Quality of Service)条件を満たすアルゴリズムなどがある。本発明では、上位のアプリケーションからの要求に従い、算出アルゴリズムを選択することを想定している。

[0055] 図3は、マルチキャスト配送木を算出するためのフローチャートである。以下に、図3を用いて、マルチキャスト通信の送信者であるエンドノードをNh、マルチキャスト算出アルゴリズムをSPT、マルチキャスト算出アルゴリズムに対するメトリックを各エンドノード間のホップ数とした場合の、Nhにおける前記マルチキャスト配送木算出方法を記述する。

[0056] 条件1(400):Nhの内部エンドノードが存在する場合は処理1(S401)、そうではない場合は処理2(S402)を行う。

- [0057] 処理1 (S401): 節候補対象リスト(配送木の算出過程で既に配送木に含まれているエンドノードのリスト)に何も記述せず、NhおよびNhの内部エンドノード以外のエンドノードを算出対象リスト(配送木の算出過程で、まだ配送木に含まれないエンドノードのリスト)に記述する。図4に示すネットワーク構成であれば、送信者100は受信者101, 102が内部エンドノードであるので、それ以外の受信者(103~107)を算出対象リストに記述する。
- [0058] 処理2 (S402): 節候補対象リストに何も記述せず、Nh以外のエンドノードを算出対象リストに記述する。
- [0059] 条件2 (S403): 算出対象リストに受信者であるエンドノードが記述されていない場合はマルチキャスト配送木の算出処理を終了し、そうでない場合は処理3 (S404)を行う。
- [0060] 処理3 (S404): マルチキャスト配送木算出アルゴリズムであるSPTに従う。算出対象リストに記述されたエンドノードに対して、Nhまたは節候補リストに記述されているエンドノードを経由し、メトリックであるホップ数の和が最小となるエンドノードを一つ選択し、マルチキャスト配送木の節とする。図4に示すネットワーク構成であれば、送信者100がエンドノードNhの場合、最初は節候補リストに何も記述されていない場合は、受信者(103~105)の中で最短経路のエンドノードを節として選択する。
- [0061] 条件3 (S405): 処理3 (S404)で選択したエンドノードに内部エンドノードが存在した場合は処理4 (S406)を行い、そうでない場合は処理5 (S407)を行う。
- [0062] 処理4 (S406): 処理3 (S403)で選択したエンドノードを節候補リストに記述する。処理3 (S403)で選択したエンドノードおよびそのエンドノードの内部ノードを算出対象リストから削除する。例えば、処理3で受信者103を節として選択した場合、受信者103及び受信者103の内部エンドノードとなる受信者(104, 105)を算出対象リストから削除する。
- [0063] 処理5 (S407): 処理3 (S403)で選択したエンドノードを節候補リストに記述し、そのエンドノードを算出対象リストから削除する。例えば、処理3で受信者106を節として選択した場合、受信者106を算出対象リストから削除する。
- [0064] また、前記マルチキャスト配送木処理では、処理4 (S406)または処理5 (S407)が

完了すると、条件2(S403)に戻る。

[0065] 以上のマルチキャスト配送木算出方法により、Nhはマルチキャスト配送木を算出する。

[0066] (ステップ3-3)

以下に、マルチキャスト配送木の構築に必要となる処理手順について記述する。下記の処理手順は、ステップ3-2を実施した送信者となるエンドノードをNkと仮定する。

[0067] まず、Nkは前記マルチキャスト配送木算出方法により算出したマルチキャスト配送木の節となる各エンドノードに対して、前記マルチキャスト配送木の構築を目的としたメッセージ(以降、転送要求メッセージ)を、IPユニキャストを用いて送信する。転送要求メッセージには、Nkを送信元とするマルチキャスト通信のためのパケットを、どのIPアドレスに転送するのか記述している(以降、転送ルールと記述)。転送要求メッセージを受信したエンドノードにおいて、内部エンドノードが存在するエンドノード(Nl)に対する前記転送ルールには、必ずNlが使用するIPマルチキャストアドレスが記述されている。図4に示すネットワーク構成であれば、受信者103が転送要求メッセージを受信した節である場合、受信者103は内部エンドノードである受信者(104, 105)が存在するエンドノードであるので、転送ルールには受信者103が使用するIPマルチキャストアドレスを記述する。IPマルチキャスト対応ネットワーク上の受信者(104, 105)が独自のIPマルチキャストアドレスを指定していればそのアドレスを記述する。これにより受信者103を節として、その先の受信者(104, 105)に送信者100のパケットを配送する配送木が構築されたことになる。図5は自己が構築したマルチキャスト配送木における転送ルール及び他のエンドノードが構築したマルチキャスト配送木における転送ルールを示している。自己が構築したマルチキャスト配送木の場合は、根は自己のIPアドレスが記述される。

[0068] 転送要求メッセージを受信したエンドノードは、上記転送ルールに従い、Nkを送信元エンドノードとするマルチキャスト通信のためのパケットを転送する。

[0069] 尚、転送ルールは有効期限があり、Nkは転送要求メッセージを定期的に送信することで、マルチキャスト配送木を維持する。また、マルチキャスト配送木の節となるエンドノードでは、一定期間前記転送要求メッセージを受信しなかった場合、対応する前

記転送ルールを破棄する。

[0070] [ステップ4]

ステップ4では、マルチキャスト通信における送信者となるエンドノードが、前記ステップ3-3記載の処理手順により構築したマルチキャスト配送木に従い、受信者となるエンドノードに対してパケット配送を行う。

[0071] このとき、マルチキャスト配送木に沿って転送されるパケットを受信したエンドノードは、本来の送信元エンドノードのIPアドレスをIPヘッダから判別できない。図4に示すネットワーク構成であれば、送信者100からパケットを受信した受信者103は受信者104, 105にIPマルチキャストする際にパケットヘッダに記述される送信元IPアドレスに自己のIPアドレスを記述するからである。このことから、送信者となるエンドノードは配送するパケットのペイロードに、自身のIPアドレスを挿入することで、パケットを受信するエンドノードが本来の送信元エンドノードのIPアドレスを判別できるようにする。

[0072] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて具体的に説明する。

[0073] (実施の形態1)

図4は、本実施の形態に係るパケット配送制御方法が適用されるネットワーク構成の概観図である。図4では、送信者100であるエンドノードから、受信者(101~107)である複数のエンドノード間でのパケット配送を行うことを想定している。尚、送信者100および受信者(101~107)は、前記ステップ1~ステップ3に記載した処理により、送信者100を根とするマルチキャスト配送木の算出および構築を終え、受信者(101~107)は、送信者100が構築したマルチキャスト配送木に従い、パケットを転送するものとする。

[0074] 送信者100は、送信者100の内部エンドノードである受信者(101, 102)にIPマルチキャストを用いてパケット配送を行う(108)。また、送信者100は、前記マルチキャスト配送木に従い、送信者100の外部エンドノードである受信者(103, 106)に、IPユニキャストを用いてそれぞれに対してパケット配送を行う(109, 110)。送信者100と同一のIPマルチキャスト対応ネットワークに接続する受信者(101, 102)は、前記ステップ2に記載した処理によって送信者100を送信元とするマルチキャストグループにJoinしており、送信者100が送信したIPマルチキャストパケット(108)を受信する

- 。
- [0075] IPユニキャスト(109)により配送されるパケットを受け取った受信者103は、前記マルチキャスト配送木に従い、受信した前記IPユニキャストパケットのIPヘッダを、受信者103を送信元、受信者103が使用するIPマルチキャストアドレスを宛先とするIPマルチキャストヘッダに付け替え、受信者103の内部エンドノードである受信者(104, 105)に対してIPマルチキャストを用いてパケット配送を行う(111)。そして、受信者(104, 105)は前記ステップ2に記載した処理によって受信者103を送信元とするマルチキャストグループにJoinしており、受信者(103)が送信したIPマルチキャストパケット(111)を受信する。
- [0076] IPユニキャスト(110)により配送されるパケットを受け取った受信者(106)は、前記マルチキャスト配送木に従い、受信者106の外部エンドノードである受信者(107)に対して、IPユニキャストを用いてパケット配送を行う(112)。
- [0077] 以上のように、本実施の形態では、受信者となるエンドノードに応じてIPマルチキャストまたはIPユニキャストを適宜使い分け、パケット配送が行われる。
- [0078] 図6は、エンドノード上のパケット配送システム200のブロック構成図である。パケット配送システム200を有する各エンドノードは、前記ステップ1記載の分散メンバ管理機能を有するメンバ管理処理部204により、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、自身以外の他のエンドノードのIPアドレス情報を取得する。
- [0079] 各エンドノードは、前記ステップ2記載の処理を行うIPマルチキャスト通信可能判断部205により、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、自身以外の他のエンドノードが、IPマルチキャストにより通信可能か、またはIPユニキャストのみで通信可能か判断する。
- [0080] 次に、各エンドノードは、リンク情報計測処理部206により、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、前記ステップ3-1記載の処理手順に従い、他のエンドノードまでの経路上のホップ数、遅延、使用可能帯域を計測する。また、IPマルチキャスト通信可能判断部205およびリンク情報計測処理部206において行った前記処理により得られた結果から、前記ステップ3-1記載の自身の状態

情報を作成し、状態情報保持部212に記録する。そして、状態情報広告処理部210により、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、状態情報保持部212に記録されている自身の状態情報を前記ステップ3記載の状態情報広告メッセージとして、他のエンドノードに広告する。それと同時に、状態情報広告処理部210は、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、他のエンドノードからの前記ステップ3記載の状態情報広告メッセージを受信し、他のエンドノードの状態情報を状態情報保持部212に記録する。

- [0081] マルチキャスト通信の送信者となるエンドノードでは、マルチキャスト配送木算出処理部211において、状態情報保持部212に記録されている各エンドノードの内部状態情報と、前記ステップ3記載のマルチキャスト配送木算出アルゴリズムを用いた、前記ステップ3-2記載のマルチキャスト配送木算出方法により、マルチキャスト配送木の算出処理を行う。
- [0082] マルチキャスト配送木構築処理部202では、前記マルチキャスト配送木の算出処理で得られた結果に従い、前記ステップ3-3記載のマルチキャスト配送木構築方法により、マルチキャスト配送木の構築処理を行う。マルチキャスト配送木構築処理部202では、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、前記マルチキャスト配送木の算出処理により算出された前記マルチキャスト配送木の節となる各エンドノードに対して、前記ステップ3-3記載の転送要求メッセージを、IPユニキャストを用いて送信する。
- [0083] 前記転送要求メッセージを受信したエンドノードは、転送要求メッセージに含まれる前記ステップ3-3記載の転送ルールをそのマルチキャスト配送木構築処理部202を介して、パケット転送ルール保持部208に記録する。
- [0084] パケット転送ルール保持部208における記録内容を図5に示す。前記パケット転送ルール保持部208は、自身が構築したマルチキャスト配送木における、パケットの次の転送先であるIPマルチキャストアドレスまたはエンドノードのIPアドレスが記述される。また、前記パケット転送ルール保持部208は、他のエンドノードが前記マルチキャスト配送木構築処理により構築したマルチキャスト配送木における、パケットの次の転送先であるIPマルチキャストアドレスまたはエンドノードのIPアドレスが記述されてい

る。

[0085] マルチキャスト通信の送信者となるエンドノードでは、前記マルチキャスト配送木構築処理が完了すると、前記ステップ4記載の手順に従い、パケット配送を行う。具体的には、前記パケット配送システム200において、アプリケーションデータ受信部213から入力されるデータは、IPマルチキャスト/IPユニキャスト切替制御部207に渡される。前記IPマルチキャスト/IPユニキャスト切替制御部207は、前記パケット転送ルール保持部208に記述されている前記パケットの転送ルールに従い、受け取った前記アプリケーションデータを、IPマルチキャストを用いて配送すべきかまたはIPユニキャストを用いて配送すべきか、またはIPマルチキャストとIPユニキャストを併用し配送すべきか適宜判断を行う。そして、判断結果に応じた配送方式に従いIPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、パケットを送出する。また、送出された前記パケットには拡張ヘッダが付与され、前記拡張ヘッダには送信者であるエンドノードのIPアドレスが記載されている。

[0086] 送信者であるエンドノードから直接または他のエンドノードを介して配送されるパケットを受信したエンドノードでは、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、パケット転送判断部209に渡される。パケット転送判断部209は、受け取ったパケットからアプリケーションデータを取り出し、アプリケーションデータ出力部214を介して、アプリケーションにデータを渡す。また、パケット転送判断部209は、受信したパケットの拡張ヘッダに記述されている送信元エンドノードのIPアドレスを元に、パケット転送ルール保持部208を参照し、次に受信したパケットをどのIPマルチキャストアドレスまたはどのIPアドレスに転送すべきか判断する。次の転送先があった場合、パケット転送判断部209は、IPマルチキャスト/IPユニキャストヘッダ変換部203において、IPヘッダを適宜書き換え、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して、パケットを送出する。逆に、次の転送先がない場合は、なにも行わず処理を終了する。

[0087] 尚、メンバ管理処理部204はエンドノードの監視機能を有し、前記マルチキャスト配送木を用いて、応答要求メッセージを他のエンドノードに送信することで、エンドノードの障害によるマルチキャスト通信からの予期せぬ離脱に対して、素早く検知を行い

、前記ステップ3-2および前記ステップ3-3記載の処理から前記マルチキャスト配送木の再構築を行い、マルチキャスト通信の中断時間を縮小することができる。

[0088] また、メンバ管理処理部204は認証機能を有し、前記ステップ1記載のマルチキャスト通信における新たなエンドノードの参加、または離脱要求に対して、その要求したエンドノードが、そのマルチキャスト通信の参加・離脱の権利を持つものであるか、または詐称されたものではないか判断をすることができる。

[0089] 前記ステップ4記載の拡張ヘッダは、マルチキャスト通信のためのパケットに付与されるだけでなく、本発明における各エンドノード間での制御を目的としたメッセージ(参加要求メッセージ、離脱要求メッセージ、参加広告メッセージ、離脱広告メッセージ、応答要求メッセージ、応答メッセージ、計測パケット、計測応答パケット、状態情報広告メッセージ、広告受信確認メッセージ、転送要求メッセージを含む)にも付与することができる。

[0090] また、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201は、認証機能を有し、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して行われる他のエンドノードとの通信において、パケットを送信する場合、パケット配送システム200の機能を有するエンドノード自身を証明する目的の認証情報を、前記ステップ4記載の拡張ヘッダに埋め込むことができる。

[0091] また、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201は、認証機能を有し、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201を介して行われる他のエンドノードとの通信において、パケットを受信する場合、パケットに付与される前記拡張ヘッダに含まれる、そのパケットの送信元エンドノードを証明する認証情報から、そのパケットの送信元エンドノードが詐称されたものではないか判断することができる。

[0092] また、IPマルチキャスト/IPユニキャストパケット送受信処理部201は、マルチキャスト通信の輻輳検知およびデータ再送機能を有し、マルチキャスト通信のためのパケット配送、または制御を目的としたメッセージ(参加要求メッセージ、離脱要求メッセージ、参加広告メッセージ、離脱広告メッセージ、応答要求メッセージ、応答メッセージ、計測パケット、計測応答パケット、状態情報広告メッセージ、広告受信確認メッセー

ジ、転送要求メッセージを含む)の交換における、パケット損失に対して、再送処理を行うことができる。

- [0093] また、マルチキャスト通信において、図7に示すように、その通信に参加・離脱するエンドノードを管理するメンバ管理サーバ600を設け、パケット配送システム(607-1～607-n)は、メンバ管理サーバ600と通信を行うことで、その通信に参加・離脱するエンドノードを把握する構成を採ることもできる。
- [0094] これにより、マルチキャスト通信におけるエンドノードの参加・離脱に対して、各エンドノード間での参加広告メッセージおよび離脱広告メッセージの交換量を削減し、エンドノードにおける前記メッセージ交換による処理負荷を軽減することができる。
- [0095] メンバ管理サーバ600では、参加／離脱要求処理部603が、パケット送受信部601を介して、エンドノードからの参加要求メッセージまたは離脱要求メッセージを受信し、その情報をメンバ情報保持部602に書き込み、マルチキャスト通信におけるエンドノードを管理する。また、エンドノードのグループ参加・離脱に対して、メンバ管理サーバ600では、エンドノード通信処理部604が、パケット送受信部601を介して、他のエンドノードに対する参加広告メッセージまたは離脱広告メッセージの送信を行う。
- [0096] メンバ管理サーバ600では、エンドノード監視部605を設け、パケット送受信部601を介して、エンドノードを監視することで、エンドノードの障害によるマルチキャスト通信からの予期せぬ離脱に対して、素早く検知を行い、エンドノード通信処理部604を介して、それを他のエンドノードに広告を行うことで、他のエンドノードが前記ステップ3-2および前記ステップ3-3記載の処理から前記マルチキャスト配送木の再構築を行い、マルチキャスト通信の中断時間を縮小することができる。
- [0097] また、メンバ管理サーバ600では、状態情報保持部606を設け、エンドノード通信処理部604を介して、エンドノードが保持する自身の状態情報を収集、他のエンドノードへの広告を行うことで、各エンドノード間での前記ステップ3記載の状態情報広告メッセージおよび広告受信確認メッセージの交換量を削減し、エンドノードにおける前記メッセージ交換による処理負荷を軽減することができる。
- [0098] また、メンバ管理サーバ600では、参加／離脱要求処理部603が、エンドノードに対する認証機能を有し、前記ステップ1記載のマルチキャスト通信における新たなエ

ンドノードの参加、または離脱要求に対して、その要求したエンドノードが、そのマルチキャスト通信の参加・離脱の権利を持つものであるか、または詐称されたものではないか判断することができる。

- [0099] また、メンバ管理サーバ600では、パケット送受信部601が、認証機能を有し、パケット送受信部601を介して行われるエンドノードとの通信において、パケットを送信する場合、自身が正しいメンバ管理サーバであることを証明するための認証情報を、前記ステップ4記載の拡張ヘッダと同様にパケットに埋め込むことができる。
- [0100] また、メンバ管理サーバ600では、パケット送受信部601が、認証機能を有し、パケット送受信部601を介して行われるエンドノードとの通信において、パケットを受信する場合、パケットに付与される前記ステップ4記載の拡張ヘッダに含まれる、そのパケットの送信元エンドノードを証明する前記認証情報から、そのパケットの送信元エンドノードが詐称されたものではないか判断することができる。
- [0101] 尚、本発明はIGMPによるJoin/Leaveパケットに対して、MLD (Multicast Listener Discovery Protocol) によるIGMPと同等の機能を用いることで、IPv6によるマルチキャスト通信にも適用することができる。
- [0102] 本発明の第1の態様は、一対多又は多対多の通信であるマルチキャスト通信において、当該マルチキャスト通信に参加するエンドノード上でのパケット配送にIPマルチキャストとIPユニキャストとを併用し、受信者エンドノードに応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えることを特徴とするパケット配送制御方法である。
- [0103] このようなパケット配送制御方法によれば、各エンドノードにおいてIPマルチキャストのみでは通信不可能な他のエンドノードへのパケット配送にIPユニキャストを用いることで、IPマルチキャストの課題である、IPマルチキャスト非対応ネットワーク上でのマルチキャスト通信を実現し、またアプリケーションレイヤマルチキャストと比べて、エンドノードにおけるこれらの処理負荷を軽減すると同時に、消費するネットワーク帯域資源を節約する。
- [0104] 本発明の第2の態様は、マルチキャスト通信に参加する各エンドノードに対して、マルチキャスト配送木に基づいた転送ルールを設定し、前記転送ルールには次のパケット配送先がIPマルチキャストによる通信が可能であればIPマルチキャストアドレスを

記述し又IPマルチキャストによる通信ができないのであれば次のパケット配送先であるエンドノードのIPアドレスを記述しておき、各エンドノードが前記転送ルールに記述されたアドレス属性に応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えることを特徴とするパケット配送制御方法である。

[0105] このようなパケット配送制御方法によれば、各エンドノードに次のパケット配送先がIPマルチキャストによる通信が可能であればIPマルチキャストアドレスを記述し又IPマルチキャストによる通信ができないのであれば次のパケット配送先であるエンドノードのIPアドレスを記述した転送ルールを設定するので、各エンドノードは転送ルールに従いパケットの宛先アドレスを変更することで、受信者エンドノードに応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えることができる。

[0106] 本発明の第3の態様は、マルチキャスト通信に参加するエンドノード上にマルチキャスト配送木に基づいた転送ルールを設定し、前記転送ルールに対して次のパケット配送先がIPマルチキャストによる通信が可能であればIPマルチキャストアドレスを記述し又IPマルチキャストによる通信ができないのであれば次のパケット配送先であるエンドノードのIPアドレスを記述しておき、マルチキャスト配送木の根又は節となるエンドノードにおいてIPマルチキャストにより通信可能な他のエンドノードが存在するのであれば、それらの他のエンドノードに対してはIPマルチキャストアドレスを宛先アドレスとしたIPマルチキャストパケットでパケット配送を行い、マルチキャスト配送木の根又は節となるエンドノードにおいてIPマルチキャストにより通信できない他のエンドノードが存在するのであれば、それらの他のエンドノードのIPアドレスを宛先アドレスとしたIPユニキャストパケットでパケット配送を行うことを特徴とするパケット配送制御方法である。

[0107] このようなパケット配送制御方法によれば、転送ルールに記述されたアドレス属性に応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えることのできるエンドノードを実現できる。

[0108] 本発明の第4の態様は、マルチキャスト通信に参加したエンドノードからIPマルチキャストが可能か否か不明な他のエンドノード又は自己以外のエンドノードに対してIPマルチキャストにて応答要求メッセージを送信し、それに対する応答メッセージを返

信したエンドノードをIPマルチキャストによる通信が可能なエンドノードと判定すること
を特徴とするIPマルチキャスト対応判定方法である。

- [0109] このようなIPマルチキャスト対応判定方法によれば、マルチキャスト通信に参加した
 エンドノードがその他のエンドノードとIPマルチキャストにより通信可能か否か判断す
 ることができ、その結果を転送ルールの設定に利用することができる。
- [0110] 本発明の第5の態様は、マルチキャスト通信に参加したエンドノードのうち送信者と
 なるエンドノード上において当該送信者を根とするマルチキャスト配送木を求めるマ
 ルチキャスト配送木算出方法であって、マルチキャスト配送木の対象となるエンドノ
 ードをリストに登録し、前記登録リストから送信者がIPマルチキャストにより通信可能
 なエンドノードである内部エンドノードを除外し、当該登録リストの中から配送木算出アル
 ゴリズムに基づいて節となるエンドノードを特定し、当該節エンドノード及び節エンド
 ノードからみた内部エンドノードを前記登録リストから除外し、前記節エンドノードを起
 点としてその先の部分についても同じ処理を繰り返すことによりマルチキャスト配送木
 を求めるマルチキャスト配送木算出方法である。
- [0111] このようなマルチキャスト配送木算出方法によれば、IPマルチキャスト対応ネットワ
 ークとIPマルチキャスト非対応のネットワークとが混在する環境であっても、パケット配
 送手段としてIPマルチキャストを用いるか又はIPユニキャストを用いるか判断可能な
 マルチキャスト配送木を算出することができる。
- [0112] 本発明の第6の態様は、第5の態様のマルチキャスト配送木算出方法に基づいて
 算出されたマルチキャスト配送木の各節エンドノードに対して、節毎に定めた転送ル
 ールであって当該マルチキャスト配送木の根を送信元とするマルチキャスト通信用の
 パケットを受信した場合どのIPアドレスに転送するかを示した転送ルールが記述され
 た転送要求メッセージをIPユニキャストで送信し、前記転送要求メッセージを受信し
 た節エンドノードが転送要求メッセージ中の転送ルールを自己の転送ルールとして
 保持することを特徴とするマルチキャスト配送木構築方法である。
- [0113] このようなマルチキャスト配送木構築方法によれば、IPマルチキャスト対応ネットワ
 ークとIPマルチキャスト非対応のネットワークとが混在する環境において、かかるネッ
 トワーク上のエンドノードを介してマルチキャスト配送木を構築することができる。

- [0114] 本発明の第7の態様は、第5の態様のマルチキャスト配送木構築方法において、マルチキャスト通信から離脱するエンドノードを検出した場合、当該エンドノード離脱後の状態に合わせて前記マルチキャスト配送木を再構築するものである。
- [0115] これにより、マルチキャスト通信からエンドノードが離脱した後もマルチキャスト配送木が再構築されるので、マルチキャスト通信を実現することができる。
- [0116] 本発明の第8の態様は、第1又は第2の態様のパケット配送制御方法において、マルチキャスト通信に参加するエンドノードを管理する管理サーバを設け、エンドノードに関する情報及びエンドノードの参加・離脱に関する情報は管理サーバとエンドノードとの間で交換されることを特徴とする。
- [0117] 本発明の第9の態様は、一対多又は多対多の通信であるマルチキャスト通信に参加する通信端末であって、パケット配送にIPマルチキャストとIPユニキャストとを併用し、受信者エンドノードに応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えることを特徴とする通信端末である。
- [0118] 本発明の第10の態様は、第9の態様の通信端末において、マルチキャスト通信に参加するエンドノードを管理する管理サーバとの間で、他のエンドノードに関する情報及び他のエンドノードの参加・離脱に関する情報を交換するものとした。
- [0119] 本発明の第11の態様は、マルチキャスト通信に参加したエンドノードのうち送信者となるエンドノードであって、マルチキャスト配送木の対象となるエンドノードをリストに登録し、前記登録リストから送信者がIPマルチキャストにより通信可能なエンドノードである内部エンドノードを除外し、当該登録リストの中から配送木算出アルゴリズムに基づいて節となるエンドノードを特定し、当該節エンドノード及び節エンドノードからみた内部エンドノードを前記登録リストから除外し、前記節エンドノードを起点としてその先の部分についても同じ処理を繰り返すことによりマルチキャスト配送木を求める通信端末である。
- [0120] 本明細書は、2003年10月22日出願の特願2003-361524、2004年10月14日出願の特願2004-300604に基づく。この内容は全てここに含めておく。
- 産業上の利用可能性
- [0121] 本発明は、IPマルチキャスト対応のネットワークと非対応のネットワークが混在した

ネットワーク環境下で、エンドノードにおける処理負荷を増大せず、且つネットワーク帯域を消費することなくマルチキャスト通信を実現可能で、一対多型又は多対多型のパケット配送等に適用可能である。

請求の範囲

- [1] 一対多又は多対多の通信であるマルチキャスト通信におけるパケット配送制御方法において、
- IPマルチキャストとIPユニキャストとを併用可能で前記マルチキャスト通信に参加するエンドノードが、次のパケット配送先となる受信者エンドノードがIPマルチキャストによる通信が可能か否か確認するステップと、
- 前記送信者エンドノードが前記確認結果に応じて、前記受信者エンドノードに対するパケット配送をIPマルチキャスト又はIPユニキャストに切り替えるステップと、を具備するパケット配送制御方法。
- [2] 請求項1記載のパケット配送制御方法において、
- マルチキャスト通信に参加する各エンドノードに対してマルチキャスト配送木に基づいた転送ルールを設定し、前記転送ルールには次のパケット配送先がIPマルチキャストによる通信が可能であればIPマルチキャストアドレスが記述され又IPマルチキャストによる通信ができないのであれば次のパケット配送先であるエンドノードのIPアドレスが記述されるステップと、
- 前記送信者エンドノードが、前記転送ルールに記述されたアドレス属性を確認して、IPマルチキャストとIPユニキャストを切り替えるパケット配送制御方法。
- [3] 請求項2記載のパケット配送制御方法において、
- 前記マルチキャスト配送木の根又は節となるエンドノードにおいてIPマルチキャストにより通信可能な他のエンドノードが存在するのであれば、それらの他のエンドノードに対してはIPマルチキャストアドレスを宛先アドレスとしたIPマルチキャストパケットでパケット配送を行い、マルチキャスト配送木の根又は節となるエンドノードにおいてIPマルチキャストにより通信ができない他のエンドノードが存在するのであれば、それらの他のエンドノードのIPアドレスを宛先アドレスとしたIPユニキャストパケットでパケット配送を行うパケット配送制御方法。
- [4] 請求項1記載のパケット配送制御方法において、
- マルチキャスト通信に参加したエンドノードからIPマルチキャストによる通信が可能か否か不明な自己以外のエンドノードに対してIPマルチキャストにて応答要求メッセ

ージを送信し、それに対する応答メッセージを返信したエンドノードをIPマルチキャストにより通信可能なエンドノードと判定するステップを含むパケット配送制御方法。

- [5] 請求項1記載のパケット配送制御方法において、
 マルチキャスト通信に参加したエンドノードのうち送信者エンドノード上において当該送信者エンドノードを根とするマルチキャスト配送木を求めるマルチキャスト配送木算出ステップを具備し、
 前記マルチキャスト配送木算出ステップは、前記マルチキャスト配送木の対象となるエンドノードをリストに登録し、前記登録リストから当該送信者エンドノードがIPマルチキャスト可能なエンドノードである内部エンドノードを除外し、当該送信者エンドノードを起点とした当該登録リストの中から配送木算出アルゴリズムに基づいて節となるエンドノードを特定し、当該節エンドノード及び節エンドノードからみた内部エンドノードを前記登録リストから除外し、前記節エンドノードを前記起点に加え、その先の部分についても同じ処理を繰り返すことによりマルチキャスト配送木を求めるパケット配送制御方法。
- [6] 請求項5記載のパケット配送制御方法において、
 前記マルチキャスト配送木算出ステップに基づいて算出されたマルチキャスト配送木の各節エンドノードに対して、節毎に定めた転送ルールであって当該マルチキャスト配送木の根となるエンドノードを送信元とするマルチキャスト通信用のパケットを受信した場合にどのIPアドレスに転送するかを示した転送ルールが記述された転送要求メッセージをIPユニキャストで送信し、前記転送要求メッセージを受信した節エンドノードが転送要求メッセージ中の転送ルールを自己の転送ルールとして保持するパケット配送制御方法。
- [7] 請求項6記載のパケット配送制御方法において、
 マルチキャスト通信から離脱するエンドノードを検出した場合、当該エンドノード離脱後の状態に合わせて前記マルチキャスト配送木を再構築するパケット配送制御方法。
- [8] マルチキャスト通信に参加するエンドノードを管理する管理サーバとエンドノードとの間で、エンドノードに関する情報及びエンドノードの参加・離脱に関する情報を交

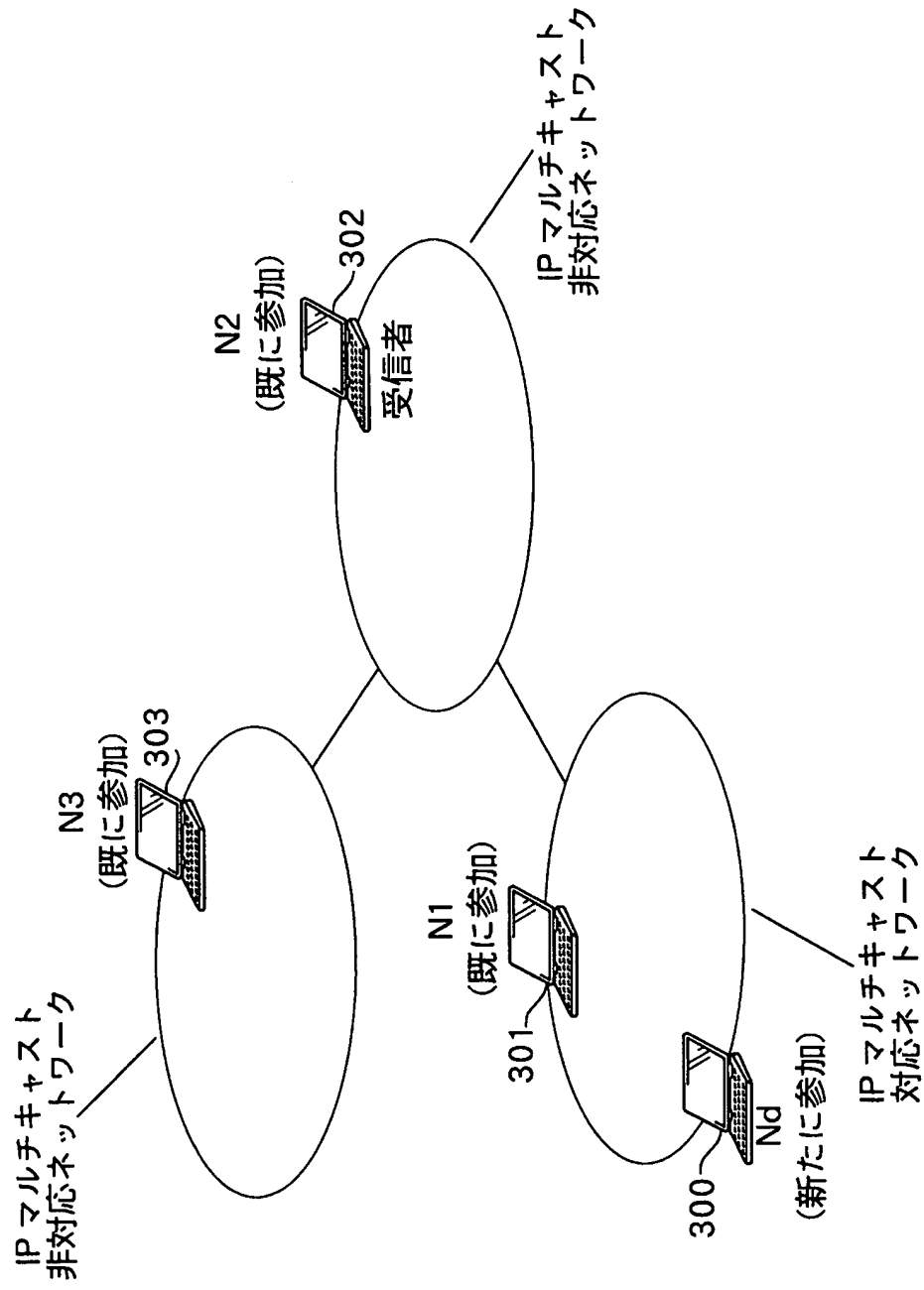
換し、前記管理サーバ上でエンドノードを管理する請求項1記載の packets 配送制御方法。

- [9] 一対多又は多対多の通信であるマルチキャスト通信に参加する通信端末であって、packets 配送にIPマルチキャストアドレスを用いるIPマルチキャスト手段と、packets 配送にIPアドレスを用いるIPユニキャスト手段と、受信者エンドノードに応じてIPマルチキャストとIPユニキャストを切り替える切り替え手段と、を具備した通信端末。
- [10] マルチキャスト通信に参加するエンドノードを管理する管理サーバとの間で、他のエンドノードに関する情報及び他のエンドノードの参加・離脱に関する情報を交換する請求項9記載の通信端末。
- [11] packets 配送にIPマルチキャストとIPユニキャストとを併用するため、IPマルチキャストとIPユニキャストが混在するマルチキャスト配送木を算出する請求項9記載の通信端末。

要 約 書

IPマルチキャスト対応のネットワークと非対応のネットワークが混在したネットワーク環境においてマルチキャスト通信を行う場合の packets 配送制御方法である。マルチキャスト通信の packets 配送において、各エンドノードは互いにIPマルチキャストで通信可能か、または可能でないかを確認する。そして、各エンドノードにおいてIPマルチキャストのみでは通信不可能な他のエンドノードへの packets 配送にIPユニキャストを用いる。

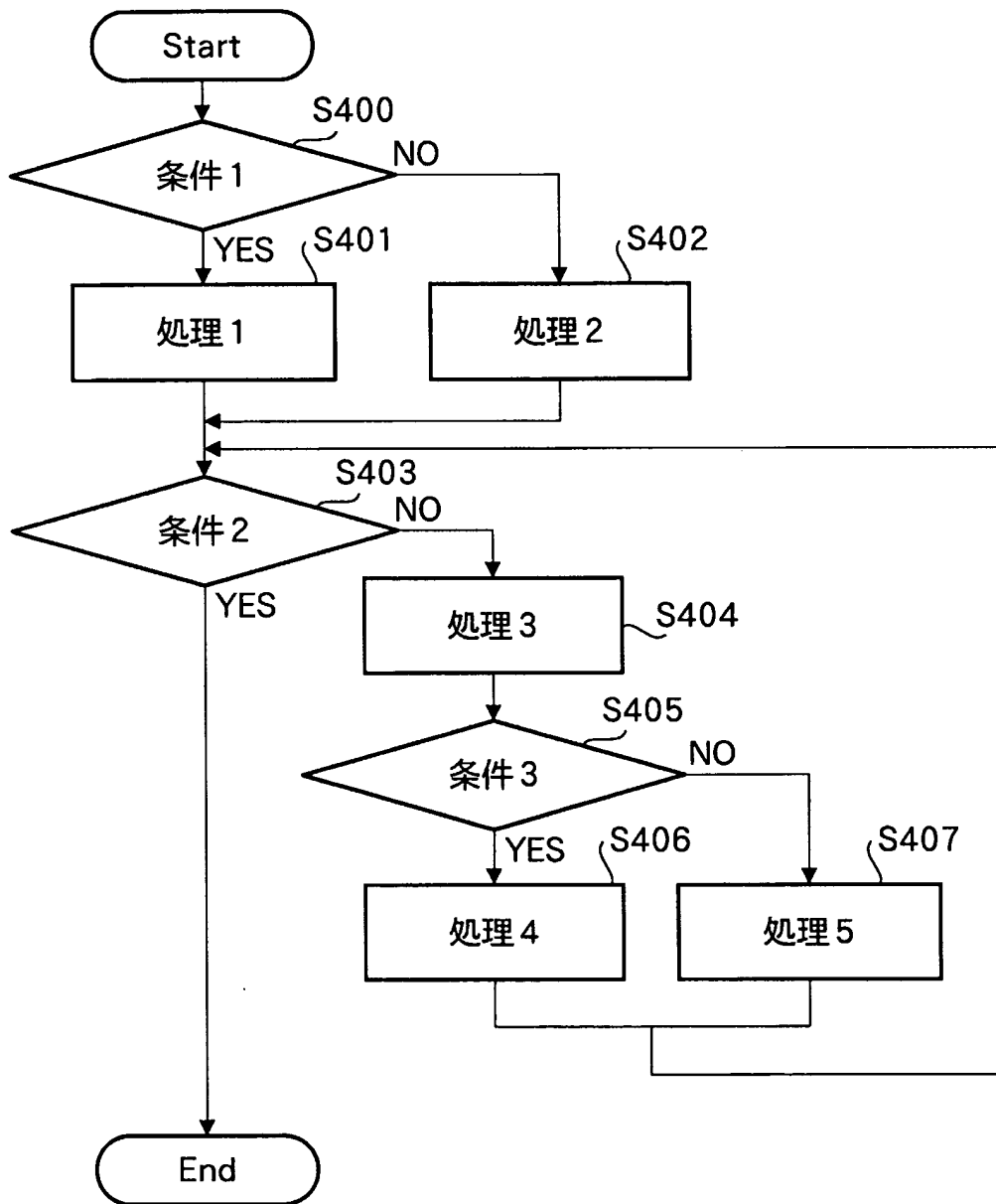
[図1]



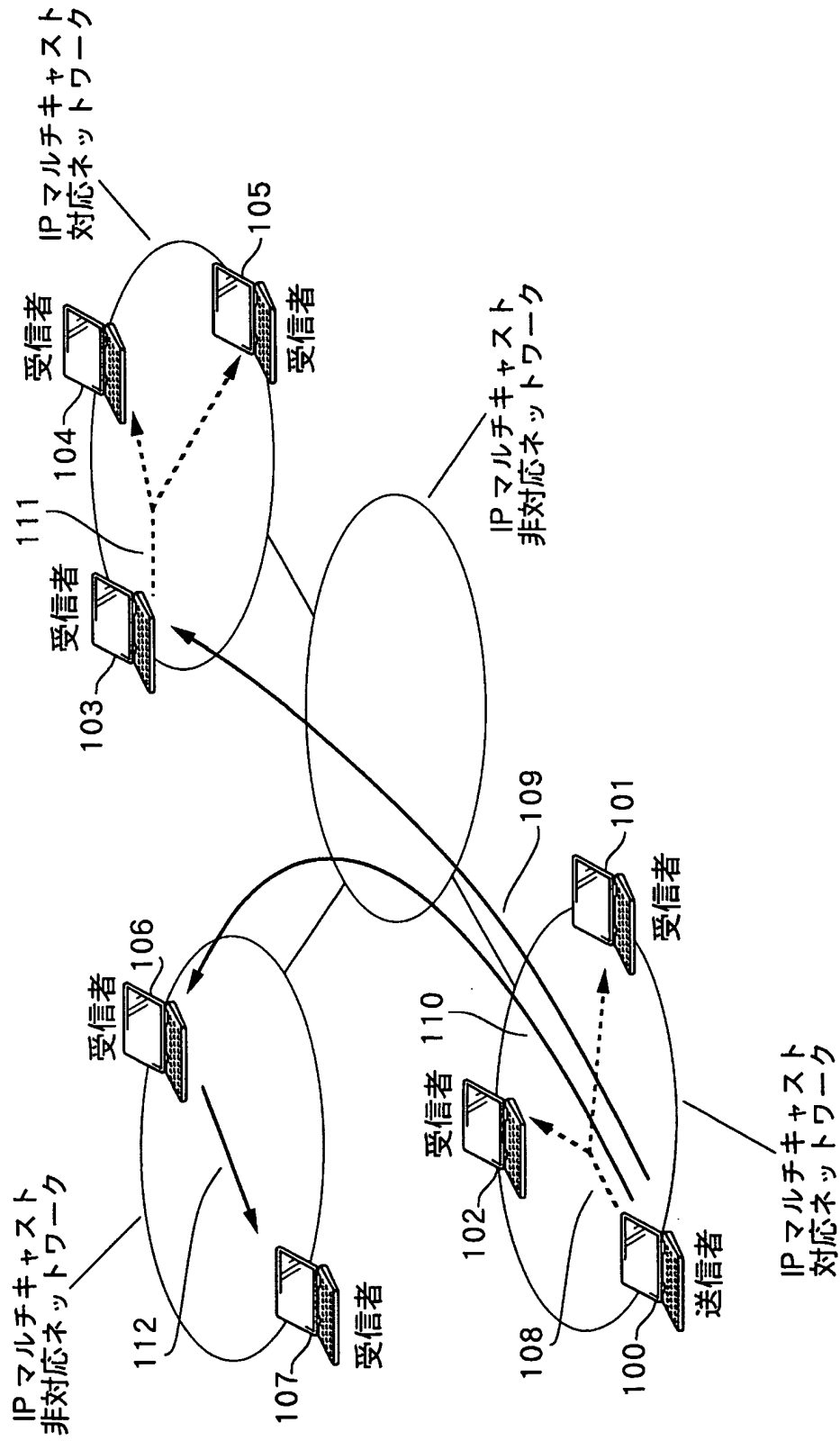
[図2]

状態情報が帰属するエンドノードのノード名					
状態情報が帰属するエンドノードのIPアドレス					
内部 エンドノード リスト	ノード名	IPアドレス	ホップ数	遅延	使用可能帯域
				
外部 エンドノード リスト					
				

[図3]



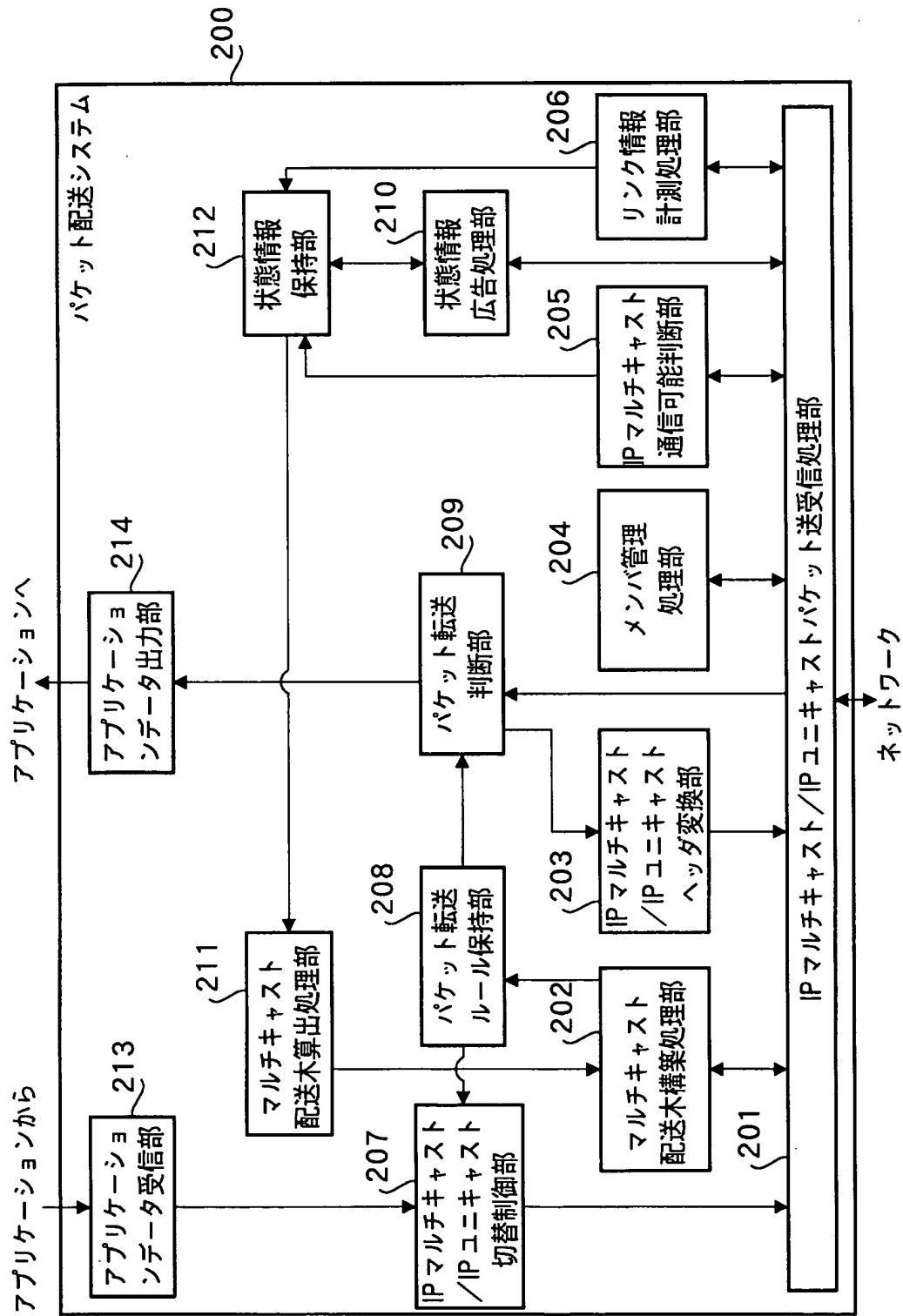
[図4]



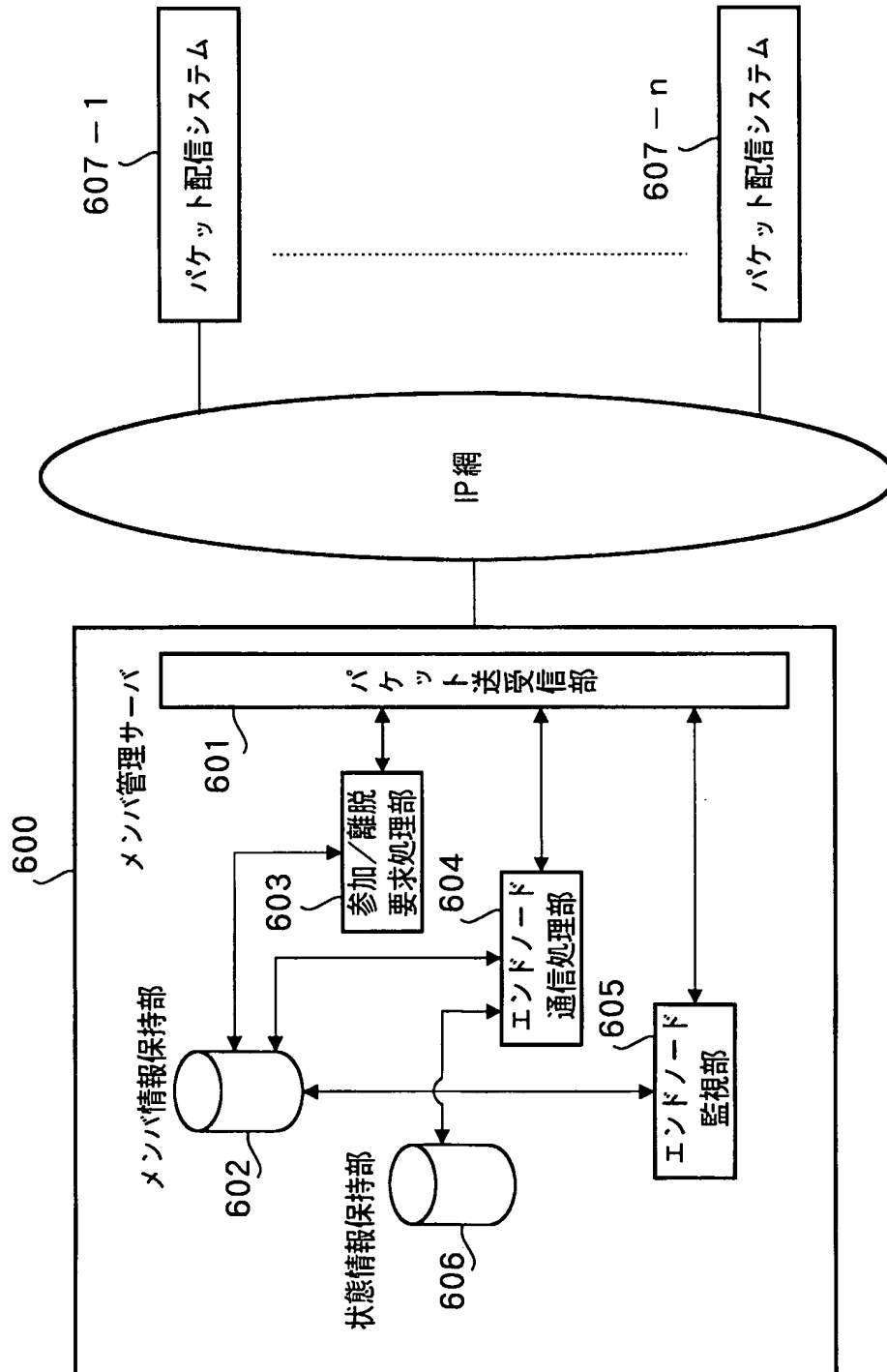
[図5]

配送木の根となる（本来の送信元である） エンドノードのIPアドレス	パケットの転送先となるエンドノードの IPアドレスまたはIP マルチキャスト アドレスのリスト

図6



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04L12/56Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-118552 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 19 April, 2002 (19.04.02), Claim 5; Par. Nos. [0008], [0014], [0063]; all drawings (Family: none)	1,9 8,10 2-7,11
Y	JP 10-336176 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 December, 1998 (18.12.98), Claim 6; all drawings (Family: none)	8,10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 November, 2004 (09.11.04)Date of mailing of the international search report
22 November, 2004 (22.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015516

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-185528 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 28 June, 2002 (28.06.02), Full text; Fig. 2 (Family: none)	1-11
P,A	JP 2004-104175 A (NEC Corp.), 02 April, 2004 (02.04.04), Claim 5; all drawings (Family: none)	1-11
P,A	JP 2004-153312 A (NTT Docomo Inc.), 27 May, 2004 (27.05.04), Claim 6; all drawings (Family: none)	1-11